

ISSN 0325-3856	Com. Mus. Prov. Cs. Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)	Santa Fe (Argentina)	V.4	Nº 2	Pag.	Diciembre 1994
-------------------	---	-------------------------	-----	------	------	-------------------



*Los climas cuaternarios  
de la región pampeana*

Dr. Martín Iriondo



Subsecretaría de Cultura  
Provincia de Santa Fe

\* 1994 \*

Los climas cuaternarios  
de la región pampeana

Dr. Martín Iriondo

Los climas cuaternarios  
de la región pampeana

Comunicaciones (Nueva Serie) 4 (2)  
del

Museo Provincial de Ciencias Naturales  
"Florentino Ameghino"

Edición y circulación gratuita del Museo Provincial de Ciencias Naturales  
"Florentino Ameghino" - Avenida Jujuy 2076 (2000) Santa Fe (Argentina) -  
Tel. 0344 (042) 24842 - Fax 0344 247942

Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni el uso  
de esta obra sin el consentimiento expreso del Museo Provincial de Ciencias Naturales  
"Florentino Ameghino".

*Dr. Martín Iriondo*

# Los climas cuaternarios de la región pampeana

Dr. Martín Iriando



Comunicaciones (Nueva Serie) 4 (2)  
del  
Museo Provincial de Ciencias Naturales  
"Florentino Ameghino"

---

Edición y Propiedad intelectual del Museo Provincial de Ciencias Naturales  
"Florentino Ameghino" - Primera Junta 2859 (3000) Santa Fe (Argentina) -  
Tel. (054) (042) 23843 - Fax (54-42) 23843.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte del material cubierto por este  
título puede ser reproducido por cualquier medio sin el previo permiso por  
escrito del Editor. Hecho depósito que establece la ley 11.723.

# COMUNICACIONES DEL MUSEO PROVINCIAL DE CIENCIAS NATURALES "FLORENCIO AMEGHINO"

**Editor-Director** (Publisher): Lic. Carlos Virasoro

**Asesoría Científica:** (Editorial Board)

Dr. Raúl H. Aramburu (Ictiología), Dr. Axel O. Bachmann (Entomología), Prof. Adolfo H. Beltzer (Ornitología), Dr. Esteban Bojanich M. (Geología), Ing. Qco. José L. Cerana (Química de suelos), Lic. Carlos N. Cerutti (Antropología), Dr. Martín de La Peña (Ornitología), Prof. Antonio De Petre (Suelos), Prof. Danilo H. Di Persia (Oligoquetos y Nematodos), Lic. Lauce R. Freyre (Biología Pesquera), Dr. Rafael Herbst (Paleontología Invertebrados), Ing. Agr. Víctor H. Lallana (Botánica acuática), Dr. Raymond F. Laurent (Herpetología), Dr. Juan P. Lewis (Ecología botánica), Dr. Roberto C. Menni (Ictiología Marina), Prof. Juan J. Neiff (Ecología botánica), Prof. Juan C. Paggi (Plancton), Prof. Susana José de Paggi (Ecología planctónica), Dr. Rosendo Pascual (Paleontología Vertebrados), Ing. Qco. Armando I. A. Ricciardi (Entomología Química), Ing. Agr. Virgilio Roig (Dinámica Botánica).

La publicación Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" tiene como fin difundir artículos científicos originales, tesis resumidas, comunicaciones breves relacionadas con las ciencias naturales, ecología, y ciencias ambientales; generalmente en español con resumen en inglés. Recibe con interés trabajos referidos al área regional en especial de la Provincia de Santa Fe, pero no se excluyen otras contribuciones que involucren progresos en el conocimiento general de aquellas ciencias en otras áreas del país o extranjero.

The Comunicaciones of "Florentino Ameghino" Provincial Museum of Natural Sciences is devoted to the publication of research papers, short communications and abstracts of thesis in the field of Natural sciences either basic or applied. It publishes those papers concernent mainly with the regional area known as the Province of Santa Fe. Not withstanding, contributions involving advances in the general knowledge of these sciences in any other part of the country or abroad, are also welcomed.



## INFORMACION GENERAL

Los manuscritos deben enviarse por correo certificado al:

*Museo Provincial de Ciencias Naturales "F. Ameghino"*  
*Primera Junta 2859 - (3000) Santa Fe*  
*Argentina*

Deben estar escritos a doble espacio y amplios márgenes; acompañados por dos fotocopias. Para conocer el reglamento adoptado, debe consultar "Reglamento de Publicación y Guía para los autores" (Comunicaciones, 9: 21-23, 1981).

Manuscripts should be sent first classe, air mail to:

*Museo Provincial de Ciencias Naturales "F. Ameghino"*  
*Primera Junta 2859 - (3000) Santa Fe - Tel. (054) (042) 23843*  
*Argentina*

They must be typewritten in double spacing and wide margins, with two copies. Further details of the format and reglamentations adopted for contribuitons are given in: "Reglamento de publicación y guía para los autores" (Comunicaciones 9: 21-23, 1981).

**Periodicidad y canje:** Se edita en forma irregular y envía por canje de acuerdo a la disponibilidad de ejemplares.

**Exchange - Publication eschedule:** Is issued irregular. Publishers and institution of related objectives may receive it on exchange.

Abreviatura internacional/World-list Abbreviations  
Com. Mus. Prov. Cs. Nat. 'Florentino Ameghino'

**Informes:** Biblioteca y centro de Documentación "Dr. Joaquín Frenguelli" - Primera Junta 2859 - 1º Piso (3000) **Santa Fe** (Argentina). Tel. (054) (042) 23843. **Horario:** 7 a 13 horas.

# INDICE

## Los Climas Cuaternarios de la Región Pampeana

Por Martin Iriondo

- I - Introducción
- II - El clima actual
- III - Metodologías empleada en la reconstrucción climática
- IV - Biogeografía
- V - La Pampa Norte
  - La Formación Itzaingó
  - La Formación Hernandarias
  - Edad
  - Características generales de los sedimentos
- VI - La Pampa Sur
- VII - El Pleistoceno superior
  - La Formación Arroyo Feliciano
- VIII - Pleistoceno tardío
- IX - El Sistema eólico Pampeano
- X - El Holoceno Medio
- XI - El Holoceno Tardío
  - El manto de arena
  - Campos de dunas
- XII - Biogeografía de mamíferos
- XIII - El calentamiento de la Edad Media
- XIV - La pequeña Edad de Hielo
- XV - Conclusiones
- XVI - Referencias

# LOS CLIMAS CUATERNARIOS DE LA REGION PAMPEANA

\* MARTIN IRIONDO. CONICET. Paraná, Argentina.

## INTRODUCCION

*La llanura Pampeana, fig. 1, con una extensión de 600.000 Km<sup>2</sup>, es un área particularmente favorable para estudios paleoclimáticos. Su extensión, homogeneidad geológica y geomorfológica, bajo relieve y cobertura sedimentaria de grano fino, le confieren una gran sensibilidad ante los cambios ambientales. En este trabajo se presentan los resultados de cerca de 15 años de mapeo y trabajo de campo, integrados con datos de laboratorio propios y conclusiones obtenidas por otros autores sobre biogeografía, arqueología y otros tópicos.*

*Los cambios climáticos ocurridos en las llanuras de Argentina durante el Cuaternario Superior son conocidos en la literatura clásica nacional desde la década del '40 y aún antes (ver, por ejemplo, Frenguelli, 1950). Las fases climáticas consecutivas recibieron denominaciones cronoestratigráficas: Lujanense, Platense, Cordobense, etc. Desde un punto de vista dinámico y geomorfológico, son dignas de mención las investigaciones realizadas por Tapia (1935) y Cordini (1947).*

*Posteriormente, los trabajos modernos hechos por Tricart (1973), Heusser (1961) - en Patagonia-, y varios colegas argentinos, introdujeron conceptos contemporáneos y correlaciones con el Hemisferio Norte (en particular, con el "reino" del Atlántico Norte). Sin embargo, merece ser destacado lo apropiado de los estudios de los cuaternaristas locales anteriores.*

## EL CLIMA ACTUAL

Las llanuras de Argentina tienen actualmente un clima subtropical, el que varía desde húmedo en el este, a árido en el oeste y suroeste; en el extremo NE de la región prevalecen condiciones tropicales húmedas. El patrón climático del área queda definido por la naturaleza del dominio oceánico en la mitad sur de Suramérica. Aquí, los factores climáticos mayores son el Anticiclón del Atlántico Sur, que envía vientos cálidos y húmedos desde el N y el NE; y el Anticiclón del Pacífico Sur, cuyas masas de aire arriban a la región

\* Cátedra Geomorfología.  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. Casilla de Correo 495, Paraje El Pozo (3000) Santa Fe - Argentina - Tel. (054-042) 38701  
Fax: (54-42) 552494.



frías y secas desde el sur (García, 1991). Ocurre un movimiento N-S y S-N permanente de las masas de aire, con lluvias frontales como dinámica normal. Aparecen extremos climáticos durante el fenómeno de El Niño (lluvias torrenciales), y durante la instalación de anticiclones de bloqueo (sequías y temperaturas extremas).

Una regionalización climática simplificada de Argentina se muestra en la Figura 2; el país está dividido en cinco provincias climáticas: 1) **del Noroeste**, caracterizada por precipitaciones anuales mayores a los 800 mm, un régimen de suelo údico, baja amplitud térmica y escasas heladas nocturnas en invierno. La biota es brasilica, y existe una densa cobertura vegetal (Atlas Total de la Rep. Argentina, Vol. 2, 1982). 2) **Central**, con clima semiárido a árido, vinculado a una larga estación seca que ocurre desde Marzo hasta Setiembre. La cobertura vegetal es más o menos continua, y los suelos están bajo regímenes ústicos y arídico. Los procesos eólicos y la dinámica de arroyos son factores importantes en el modelado del paisaje, junto con las inundaciones provocadas a partir de lluvias en las montañas próximas. Las provincias climáticas del Noreste y Central, separadas por una amplia faja de transición, cubren la mayoría del área analizada en este trabajo.

3) **del Oeste**, caracterizada por un clima árido, poca nubosidad y fuerte insolación. El paisaje esta formado por montañas, y valles amplios con grandes barreales. Las variaciones interanuales en precipitación son grandes; los inviernos son fríos. El régimen de suelo arídico y la escasa cobertura vegetal son típicas de esta provincia. 4) **Patagónica**, de clima fresco y seco, con vientos del oeste fuertes y amplitudes térmicas moderadas. Está caracterizada por una provincia biogeográfica particularmente bien definida, con una cobertura vegetal escasa y un régimen de suelo arídico. 5) **Andina**, con clima de montaña y de alta montaña, es muy seca al norte de los 38° S, y húmeda al sur de esa latitud. La Pampa está parcialmente comprendida por las provincias climáticas del Noroeste, Central y del Oeste.

#### METODOLOGIA EMPLEADA EN LA RECONSTRUCCION CLIMATICA

Para la reconstrucción de las condiciones ambientales que ocurrieron sucesivamente en las llanuras de Argentina en los últimos 18.000 años hemos basado nuestro trabajo en datos de campo. Partiendo del clima presente, y de los procesos geodinámicos que observamos en las llanuras y áreas aledañas en la actualidad, hacemos una reconstrucción de los escenarios del pasado. La



hipótesis básica es que los cambios significativos en la atmósfera provocaron derivas en los límites de las provincias climáticas. Para descubrir estas derivas se usaron varios indicadores, siendo los más importantes entre ellos los depósitos eólicos y los suelos fósiles (enterrados o relictos), debido a que tales rasgos cubren, originalmente, el paisaje entero, y son fáciles de mapear a una escala razonable.

También se utilizó un método paleohidrológico basado en una curva longitud de onda/caudal, que permite estimar las descargas de los paleocauces de la llanura (Iriondo, 1990e).

## BIOGEOGRAFIA

La Pampa pertenece a la Provincia Pampeana del Dominio Chaqueño. La vegetación autóctona dominante es una pseudoestepa herbácea, con comunidades de arbustos edáficos (Leon et al., 1984). Los taxones vegetales más frecuentes son *Stipa*, *Poa*, *Festuca* y *Panicum*. El Distrito del Caldén (caracterizado por *Prosopis caldenia*) y el Distrito del Monte (*Prosopis nigra*), definidos por árboles xerófitos típicos, cubren las fajas del oeste y del norte de la Pampa.

Durante el Pleistoceno, la Pampa fue habitada por una megafauna de *Mastodon*, *Glyptodon*, *Megatheridae* y numerosos taxones más, que desaparecieron en el límite Pleistoceno-Holoceno. Desde un punto de vista biogeográfico, la región fue ocupada por comunidades Brasilicas durante los climas húmedos/cálidos del Cuaternario, y por formas Patagónicas en los intervalos frescos/secos (Tonni, 1992).

## LA PAMPA EN EL CUATERNARIO

La Pampa es una unidad geográfica y ambiental bien definida en la actualidad y en el Cuaternario superior. Pero esto no ha sido siempre así. Por lo que se conoce hasta ahora, durante el Cuaternario inferior y medio existieron dos áreas bien diferenciadas, cuyo límite puede colocarse vagamente a lo largo del río Salado de Buenos Aires.

La Pampa Norte estuvo sometida a la influencia de los grandes ríos del Litoral y de los sistemas menores provenientes de las Sierras Pampeanas, especialmente los ríos Dulce, tercero y Quinto. La Pampa Sur estuvo vinculada a la Cordillera mediante el gran sistema hidrográfico del Desaguadero. En opinión del autor de esta

publicación, la influencia patagónica en los sedimentos pampeanos está presente solo en el aporte de cenizas volcánicas, un proceso esencialmente endógeno; procesos exógenos propiamente dichos provenientes de Patagonia, como sedimentación hídrica o eólica normal no fueron significativos.

## LA PAMPA NORTE

Al norte del Río Salado, la Pampa tiene un registro geológico del Cuaternario medio e inferior que es relativamente simple. Existe una alternancia de climas secos y húmedos, representada por sedimentos eólicos interestratificados con niveles de suelos, depósitos fluviales y discordancias de erosión. Un bosquejo general es el siguiente:

### La Formación Ituzaingó

El Río Paraná apareció en la llanura argentina en el Plioceno, y ha existido en la región en forma ininterrumpida desde entonces, ocupando posiciones diferentes. Sus depósitos han sido descriptos formalmente como "Formación Ituzaingó" o como "Arenas Puelches" (Herbst et al., 1976). Esta formación está compuesta por arenas cuarzosas finas, de colores ocre y blanco, interestratificadas con limos. El espesor máximo alcanza los 150 metros, aunque los valores típicos varían entre 10 y 20 metros de potencia. Está distribuida en el subsuelo del norte de la Pampa y regiones aledañas, cubriendo una superficie de 120.000 Km<sup>2</sup>. La edad de la Fm. Ituzaingó abarca desde el Plioceno a la actualidad.

De acuerdo a la información disponible, el Río Paraná fluyó en toda su historia a lo largo de amplias fajas limitadas por fallas (Figura 3) (Iriondo, 1988). Esta formación no es un buen indicador climático por sus sedimentos, porque está compuesta por materiales muy maduros heredados de climas precuaternarios.

### La Formación Rosario

La Fm. Rosario es el clásico Ensenadense estudiado por Frenguelli y Castellanos. Esta unidad compone el cuerpo principal del Sistema Pampeano en la región que se ubica al norte de la depresión del Salado. La formación yace sobre varias unidades más pequeñas, compuestas por sedimentos fluviales generalmente. Está cubierta por



formaciones eólicas y fluviales más modernas. El espesor de la Fm. Rosario varía desde 12 metros a más de 100 metros, incrementándose de este a oeste en el norte de la provincia de Buenos Aires. En el sur y centro de Santa Fe el espesor es muy irregular, reflejando probablemente un efecto tectónico (Iriondo, 1987).

La formación está ubicada en el subsuelo y próxima a la superficie, aflorando solamente en sitios aislados de las márgenes de los ríos en el interior de la Pampa. Por otro lado, su sección superior aflora casi continuamente en la base de la barranca del Paraná, entre las ciudades de Rosario y Buenos Aires. La formación está compuesta de limos arcillosos y arenosos consolidados, de colores pardo y verde, ordenados en estratos gruesos y muy gruesos, y con varios tipos de concreciones de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ; son frecuentes las estructuras poliédricas y los poros cubiertos por pátinas de Mn y Fe.

Los estratos loésicos están interestratificados irregularmente con limos verdes, que se caracterizan por tener numerosos poros y pátinas, interpretándose que se formaron en ambientes palustres. Las discordancias intraformacionales son frecuentes; en varias localidades se atravesaron niveles arenosos en las perforaciones. En la fracción limo la relación cuarzo/feldespato es alta, y varía desde 1,97 a 6 en diferentes estratos. Los minerales de arcilla están representados por montmorillonita e illita, con un predominio general de la primera. De acuerdo con análisis paleomagnéticos realizados por Nabel en el perfil de Baradero, el límite Brunhes-Matuyama (0,73 Ma) está ubicado en la sección superior de la Formación Rosario (Fig. 4).

Climáticamente, la Formación Rosario sugiere condiciones variables a lo largo de su sedimentación, dentro del rango húmedo/semiárido. Existen por lo menos tres horizontes de pedogénesis representando régimen údico (clima húmedo como en la actual provincia climática Noroeste). Hay lentes loésicos que sugieren un avance de las provincias Central o Patagónica; y extensos depósitos palustres que pueden corresponder a condiciones de las actuales Noroeste y Central.

#### La Formación Hernandarias

La Formación Hernandarias cubre una superficie de aproximadamente 38.000 km<sup>2</sup> en la provincia de Entre Ríos y una extensión menor en la vecina provincia de Corrientes, formando casi



un cuadrilátero entre los 30° y 33° de lat. S, y los 57° 30' y 61° de long. O. Sus límites SO y NO son la falla Tostado-Gualeguaychú (de edad carbónica) y la fractura La Paz-Ituzaingó (pliocena), respectivamente (Iriando, 1987). (Fig. 5).

El espesor típico de la Fm. Hernandarias varía entre 20 y 40 metros. El mapa isopáquico de la figura, elaborado a partir de perfiles de pozos de agua, muestra un eje de orientación NE-SO en la cuenca, que incluye dos depocentros alineados.

### Edad

Considerando las relaciones estratigráficas y regionales, la Fm. Hernandarias es de edad Pleistoceno medio. Corresponde a un período caracterizado por sedimentación continental generalizada bajo clima árido y semiárido en Argentino, denominado "Ensenadense" en la literatura clásica nacional (Frenguelli, 1957). La unidad contiene fósiles típicos de la megafauna pampeana (*Stegomastodon*, *Megatheriidae*, *Smylodon*), que son característicos del Pleistoceno de Sudamérica.

Los análisis paleomagnéticos realizados en el perfil de La Toma Vieja por Bidegain (1991) indican polaridad reversa para la formación entera, lo que significa una antigüedad mayor a los 0,8 Ma. Basado en consideraciones geológicas, Bidegain concluye que la unidad fue depositada en la parte superior de la fase Matuyama.

En conclusión, puede postularse tentativamente una edad entre 1,3 y 0,9 Ma para la Fm. Hernandarias.

### Características generales de los sedimentos

La Fm. Hernandarias es una secuencia sedimentaria de grano fino, con predominio de la fracción limo. Los colores típicos son el gris verdoso y el castaño claro; el sedimento es muy plástico y cohesivo en los estratos inferiores, volviéndose algo pulverulento y friable hacia el techo de la unidad. Los estratos son gruesos e internamente masivos. En toda la formación existen concreciones calcáreas blancas grandes, excepto cerca de grandes cuerpos de yeso. Las estructuras de CO<sub>3</sub>Ca son más importantes en la mitad superior de la formación, y tienen formas elípticas regulares. A lo largo de todo el perfil hay concreciones y manchas negras pequeñas de minerales de manganeso, distribuidas de manera heterogénea; estos complejos de Mn tienen mezcladas importantes proporciones

de Fe. El yeso aparece en la forma de cristales de selenita ( $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ); este mineral es incoloro, transparente, y forma cristales euhedrales y placas gruesas en la mayoría de los casos; excepcionalmente, posee bandas rosas o castañas, debido a impurezas de arcilla. Entre las arcillas predomina la montmorillonita, la que constituye el 100 % de esa fracción en la base, mientras que hacia el techo se registra la presencia de illita, como componente menor.

La mayor parte de la fracción arena se compone de alteritas, muy probablemente de vitroclastos volcánicos, en granos equidimensionales a elongados y bien redondeados, cubiertos por pátinas férricas y de arcilla. Los análisis de Rayos X de tal material indican la existencia abundante de calcedonia, con plagioclasas y montmorillonita como componente minoritario. Los granos de cuarzo son anhedrales, subredondeados a redondeados, con numerosas inclusiones. La escasa plagioclasa presente en el sedimento es andesina. Los minerales pesados constituyen menos del 1 % de la fracción arena; el componente más significativo es hornblenda alterada (Rubinstein, 1983).

La Fm. Hernandarias es un antiguo barreal depositado por el río Uruguay durante un período muy seco del Pleistoceno medio. Su espesor típico varía entre 20 y 40 metros (Fig. 5). El mapa isopáquico de la figura, elaborado a partir de pozos de agua, muestra un eje de orientación NE-SO en la cuenca, con dos depocentros identificables.

Los perfiles paleomagnéticos realizados en la Toma Vieja, en las afueras de la ciudad de Paraná, (Bidegain, 19), indican polaridad reversa para toda la formación, lo que significa una antigüedad mayor al límite Brunhes-Matuyama (730.000 años).

En el interior de la formación se han conservado numerosos paleocauces del río Uruguay con dirección general NE-SO, delgados y de pequeños radios de curvatura. La curva de estimación de paleocaudales indica que el río tuvo en esa época una descarga muy pequeña, igual al 13 % de la actual. Considerando una evaporación potencial de 1.000 mm/año y el área total de la formación, todo el volumen anual de agua aportado por el río se habría evaporado en seis meses, quedando seca la laguna estacionalmente. Ello es coherente con otros indicadores: precipitación de yeso, estructuras de barreal, etc.

La Fm. Hernandarias indica clima definitivamente árido, con una fuerte migración de la provincia climática del Oeste hacia el Atlántico. Podemos suponer provisoriamente que Hernandarias fue depositada en un período inmediatamente anterior a la Formación Rosario.



El Cuaternario del sur de la Pampa está vinculado a los procesos y sistemas geomorfológicos ubicados al oeste, en la Alta Cordillera y el Piedemonte Cordillerano. El más importante de ellos es el sistema hidrográfico del Bermejo-Desagüadero-Salado.

Éste es una extensa red hidrográfica que cubre 248.000 Km<sup>2</sup> en el oeste de Argentina (Fig. 6). En la actualidad, la red está desintegrada y es, básicamente, inactiva, debido al clima desértico del área. Durante períodos más húmedos del Cuaternario, los canales condujeron grandes caudales.

La cuenca fluvial está compuesta por tributarios cordilleranos importantes (los ríos Jáchal, San Juan, Mendoza, Tunuyán y Atuel), con procesos nivales y glaciales significativos en sus cabeceras, constituidas por rocas volcánicas del Terciario (Ahumada, 1990). Los productos de meteorización nival, acumulados en morenas y depósitos relacionados, son ricos en las fracciones limo y arena fina. Durante el Cuaternario tardío, los ríos formaron terrazas periglaciales en los valles y extensos abanicos aluviales en la zona de piedemonte; los abanicos del Tunuyán y del Atuel cubren áreas de más de 10.000 km<sup>2</sup>. El escenario completo sugiere una gran producción de sedimentos finos.

El colector de esta red fluvial corre con dirección N-S a lo largo de 1.000 km, desde los 28° 30' S a los 37° 30' S. Actualmente está cubierto por los abanicos aluviales mayores y por campos de arena formados en el Holoceno. En la provincia de La Pampa, este colector se encuentra bien expuesto en superficie (fig. 7). Allí formó una llanura de inundación de 25-35 km de ancho en el Pleistoceno superior, rellena con más de 35 metros de limos y arenas interstratificados (Salazar, 1983). La asociación mineralógica de estos sedimentos indica una composición similar a aquella de las cabeceras de los tributarios cordilleranos arriba mencionados (Tullio, 1981).

En la provincia de La Pampa y regiones vecinas, inmediatamente por debajo de las unidades del Cuaternario aparece la Fm. Cerro Azul (Llambías, 1975), compuesta de limos arenosos



masivos de color parduzco, con un grado variable de consolidación. Carbonatos pulverulentos y pseudonódulos diagenéticos son frecuentes en la masa sedimentaria.

El primer episodio del Cuaternario en esta región está representado por la generación de una calcreta espesa en la parte superior de la Fm. Cerro Azul; esta se encuentra en capas paralelas horizontales o en la forma de un malla de venas gruesas, sugiriendo un origen freático; el espesor típico del cuerpo calcáreo es de unos 2 metros (Ramonell et al., 1993). Esta calcárea o "tosca" constituye actualmente el techo de la formación. Como es de origen subsuperficial, es necesario deducir que la parte superior original fue erodada completamente. El agente más indicado para completar una erosión areal de este tipo es el viento; por lo tanto se postula aquí un clima árido con fuertes vientos, o sea un avance de la provincia climática Patagónica.

Excavados en los depósitos arriba mencionados, existen varios valles grandes que se orientan en dirección general oeste-este (Chapalcó, Quehué, Argentino, Utracán, Maracó, etc.). Hacia sus terminaciones al oeste y al este, las geoformas están parcial o totalmente cubiertos por sedimentos eólicos más modernos. En el área donde los valles están en superficie, las formas individuales pueden seguirse hasta por 300 km, con ancho variables entre 5 y 17 km. De acuerdo a la evidencia de campo, estos valles representan posiciones sucesivas del Río Desaguadero-Salado, que viraba hacia el este en una latitud aproximada a los 37° S (Malagnino, 1988). Más hacia el este, en la provincia de Buenos Aires, los valles están completamente cubiertos por el mar de arena del Pleistoceno tardío, y -excepto el valle de Vallimanca y la depresión de Chasicó cerca de Bahía Blanca- es imposible reconocerlos en superficie.

Posteriormente, la región estuvo sometida a un largo período de deflación, durante el cual se formaron depresiones elípticas grandes en los valles y en la superficie general de la llanura. En el oeste (provincias de La Pampa y San Luis), tales depresiones contienen actualmente salinas y barreales; en la provincia de Buenos Aires ellas contienen grandes lagunas, tales como Las Encadenadas, del Monte, etc.

El esquema general de la historia climática de La Pampa sur en el Pleistoceno inferior y medio está representado en la Tabla I.

TABLA I

EDAD	PROCESO	AGENTE	CLIMA
Pleist. medio	Deflación	Viento	Muy Seco
Pleist. medio	Formación de valles	Procesos fluviales	Húmedo
Pleist. inferior	Deflación	Viento	Muy Seco
Pleist. basal	Precipitación	Aluvial	Semiárido
Plioceno	Sedimentación la Fm. C <sup>o</sup> Azul	Viento	Seco

En la costa de Buenos Aires, y más precisamente en el área de Mar del Plata, se realizaron varios ciclos de investigaciones cuyos resultados se han publicado desde hace una centena de años atrás. A pesar de esto, los investigadores no han llegado a un acuerdo acerca de la estratigrafía de este área clásica del Cuaternario de Argentina. En 1957, Frenguelli publicó la columna estratigráfica más aceptada para el área (Tabla II).

TABLA II

Bonaerense (loess)	Pluvial/interpluvial/ /pluvial	3er. Periodo
Ensenadense	Pluvial/estuárico/ /palustre/eólico	2do. Periodo
Chapadmalense	Pluvial/interpluvial	1er. Periodo

Tentativamente, aquí se correlaciona el Pleistoceno basal de la Tabla I con el Chapadmalense de la Tabla II; y el Pleistoceno medio húmedo con el Ensenadense de la Tabla II.

El Pleistoceno superior muestra elementos y procesos comunes en ambos sectores de la Pampa. Sobresale en este período una época húmeda y cálida denominada "Piso Lujanense" en la literatura clásica. Durante la misma las actuales redes fluviales transportaron caudales mucho mayores a los de hoy en día. Esto está demostrado por los grandes paleocauces que se pueden observar en fotografías aéreas en todas las fajas fluviales.

Los Paleocauces transportaban caudales aproximadamente seis veces mayores que los actuales, lo que indica obviamente un clima más lluvioso, con avance de la provincia Noreste hacia el sur y al oeste. No es fácil, en cambio, estimar el monto de las precipitaciones. Resultados preliminares de un programa de simulación aplicado por nuestro grupo de estudio sugieren lluvias entre dos y tres veces mayores a las actuales para la cuenca del arroyo Feliciano Entre Ríos.

Durante este período la mayoría de los canales fluviales erodaron a la Fm. Rosario, entallándose en ella. En el norte de Buenos Aires y sur de Córdoba y Santa Fe, la mayoría de los canales antiguos son cursos abandonados de los ríos Quinto y Tercero, que derivaron frecuentemente durante el Pleistoceno superior. Los depósitos sedimentarios vinculados a esta dinámica son modestos, y están restringidos a fajas aisladas, actualmente cubiertos por loess y arenas eólicas del Pleistoceno tardío. Un ejemplo de este proceso fluvial del pleistoceno superior se muestra en la Figura 8.

En esa figura, el rumbo del valle es noroeste-sureste, y de diseño meandriforme. Su ancho varía desde 0,5 a 2 km. De la facies arenosa de la unidad sedimentaria asociada se exhumaron restos de megafauna extinguida: *Panochtus tuberculatus*, *Doedicurus Clavicaudatus*, *Schlerocaliptus* sp., *Scelidotherium*, *Lestodon*, *Equus*, etc. (clasificados por E. Tonni). El valle fue cubierto por arenas eólicas durante el Pleistoceno tardío. Una segunda fase de actividad eólica excavó grandes hoyas de deflación en el valle durante el Holoceno superior, que en la actualidad están ocupadas por lagunas permanentes.

### La Formación Arroyo Feliciano

El estudio de los depósitos lujanenses se hace difícil en la mayor parte de la región porque están cubiertos por las arenas y limos eólicos del Pleistoceno final. Más hacia el noreste, en zonas de



Entre Ríos donde no llegó la sedimentación eólica, se encuentran en superficie. Han sido descritas allí bajo el nombre de Formación Arroyo Feliciano (Iriando et al., 1985).

Esta formación está compuesta por dos facies sedimentarias. La más importante de ellas, que es la que representa el "ambiente lujanense" es un depósito fluvial y palustre, compuesto por arena fina cuarzosa y limo, en partes arcilloso. Presenta grandes estructuras de artesa, de varias decenas de metros de ancho, con arena estratificada en la base y limo palustre en la parte superior. El color en general es verde grisáceo muy claro. En la arena aparecen frecuentemente rodados y placas de arena y limo de hasta 20 cm. de longitud, provenientes de la misma formación. El limo es cuarzoso (relación cuarzo/feldespato superior a 3) y los minerales arcillosos dominantes son montmorilloníticos. Tiene hasta 5 metros de espesor visible y contiene restos de fauna pleistocena de edad mamífero Lujanense.

La segunda facies está formada por un limo eólicos, en partes con aspecto de loess típico, masivo y con talud vertical, y en partes con estratificación variable por retransporte fluvial. Es de color marrón claro; está endurecido y contiene abundante carbonato de calcio. Este carbonato forma concreciones redondeadas, generalmente de no más de 2 cm. de diámetro; son más abundantes en la parte superior y tienen origen pedogenético. En casos extremos, como por ejemplo en el arroyo Alcaraz, 1 kilómetro aguas abajo de la ruta nacional 126, la parte superior de este depósito constituye un verdadero estrato de tosca, de más de medio metro de espesor.

Granulométricamente es un limo grueso, en partes arenoso, con proporciones variables de arcilla. Mineralógicamente el limo es cuarzoso, con relación cuarzo/feldespato mayor que a3, y la arcilla montmarillonítica. Es de destacar la composición "no pampeana" de este depósito eólico, teniendo en cuenta que la asociación mineralógica feldespato/illita ya era dominante en el Litoral en esa época (Iriando, 1987).

La facies fluvial-palustre aparece en toda la extensión de la unidad y forma su cuerpo principal. La facies eólica se presenta en forma de grandes lentes de algunos cientos de metros de longitud por 1 a 3 metros de espesor, siempre en la parte superior de la formación. Sus depósitos son frecuentes y bien desarrollados en los ríos y arroyos del sur y centro de Entre Ríos, haciéndose menores y

escasos hacia el norte. En el tramo medio y superior del arroyo Feliciano, localizados en el extremo norte de la provincia, no han sido observados.

Esta formación contiene restos de *Smilodon populator*, *Equus (Amerhippus) sp.*, *Glossotherium robustum*, *Toxodon sp.* y *Stegomastodon sp.*, calcificados por el Dr. E. Tonni.

De manera que el Lujanense Húmedo representa un avance hacia el sur de la provincia climática Noreste y un posterior pulso árido que alcanzó hasta la latitud del Centro de Entre Ríos.

#### Otros depósitos del Pleistoceno superior

Entre el Pleistoceno medio, representado por la Fm. Rosario, y el "Lujanense Húmedo" registrado por Fm. A. Feliciano se extiende un intervalo de varios cientos de miles de años, escasamente conocido. En la Pampa Sur este intervalo ha recibido la denominación de "Piso Bonaerense"; en la provincia de Santa Fe el mismo está representado por la Formación Puerto San Martín.

Esta formación aflora en la barranca del Paraná al norte de Rosario. Está constituida por 10 a 15 metros de linios castaños y verde grisáceos en estratos gruesos y muy gruesos (entre 50 cm. y 2 metros). Mineralógicamente está dominada por cuarzo y montmorillonita en la base; hacia arriba se va enriqueciendo en feldespatos e illita, que se hacen mayoritarios hacia el techo. Contiene abundantes concreciones de carbonatos en algunos niveles y numerosas manchas de compuestos de hierro y manganeso. Se trata de una sucesión de estratos palustres y loésicos, con predominio de aquellos.

#### PLEISTOCENO TARDIO

Los sedimentos del Pleistoceno tardío constituyen la mayor parte de la cobertura superficial de la Pampa, y han sido adoptados (algo erróneamente) como representativos de todo el Cuaternario de la región. De acuerdo con dataciones realizadas en la zona de Cañada de Gómez, el cambio climático ocurrió poco después del año 36.000 antes del presente.

#### EL SISTEMA EOLICO PAMPEANO

El Sistema Eólico Pampeano cubre más de 600.000 km<sup>2</sup> en el centro de Argentina (Figura 9). La parte sur del sistema está formada por un gran mar de arena, de unos 300.000 km<sup>2</sup> de superficie, que



se extiende desde Buenos Aires a Mendoza. El espesor del sedimento es pequeño, entre 5 y 15 metros. La mayoría de la arena es fina a muy fina, y de color amarillo a pardo amarillento. En el sur de Córdoba, los minerales dominantes son feldespato potásico (cerca del 50 % del total), vidrio volcánico y cuarzo (Sánchez y Blarasin, 1987).

Varios campos de dunas longitudinales aún pueden observarse, a pesar de que los procesos de disipación disimularon las formas originales. Algunas dunas tienen más de 200 km. de longitud. Uno de los campos de dunas más grandes está ubicado al noroeste de Buenos Aires; en este área, las dunas son particularmente largas y poseen una suave curvatura antihoraria.

El límite del mar de arena es una traza irregular de rumbo SSE-NNO a través de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba. Detrás de una faja de transición de 5 a 15 km de ancho, existe una formación de loess que cubre el resto de la Pampa y áreas adyacentes. Esta unidad se compone de limos friables pardo amarillentos, con abundantes concreciones de carbonato de calcio. En la fracción arena del sur de Santa Fe predominan las plagioclasas y los fragmentos líticos (INTA, 1984). El mineral de arcilla dominante es illita; la relación cuarzo/feldespato es menor a 1 en la fracción limo. El espesor original de la formación (5 a 10 metros) se preserva en la mayor parte de la región; por otro lado, sus afloramientos en las barrancas de los ríos muestran solamente unos 2 a 3 metros de espesor de loess.

Hacia el noreste (norte de Santa Fe y Chaco), el loess típico pasa transicionalmente a una orla de depósitos loessoides, sedimentados en ambientes de pantanos. Tales sedimentos son pardos a gris verdosos, con concreciones de carbonato de calcio y minerales de manganeso en concreciones y poros (Iriondo, 1987). En la formación loésica y en el mar de arena se encuentran frecuentemente megamamíferos del Pleistoceno.

El Sistema Eólico Pampeano fue formado durante el Último Máximo Glacial de los Andes. El manto de hielo cubrió entonces un gran área al sur de los 28° S (Clapperton, 1983), permitiendo la ocurrencia de un anticiclón que produjo vientos de dirección SSO-NNE. El resto de la Cordillera Argentina, al norte de los 28° S, estuvo casi libre de hielo. La razón de esto fue la severa sequedad del clima, más que una temperatura moderada. Tal ambiente se volvió muy eficiente en la producción de limo, arena fina e illita, a partir de la meteorización física. El sedimento fue transportado hacia el sur a lo



largo del piedemonte cordillerano por el sistema fluvial del Bermejo-Desaguadero-Atuel (Figura 9), y llevado hacia el norte por vientos del SSO desde el Desaguadero inferior (en el sur de las provincias de Mendoza y La Pampa).

En aquella región, cerca del límite norte de la Patagonia, el mar de arena comenzó a desarrollarse en condiciones de desierto frío. Los campos de dunas longitudinales vuelven evidente el clima desértico imperante y el abundante suministro de arena. La desviación antihoraria de las dunas en Buenos Aires es coherente con la circulación anticiclónica de los vientos en el Hemisferio Sur.

Hacia el NNE, cruzando el río Salado de Buenos Aires, el clima en la llanura fue peridesértico, lo que permitió la precipitación y el fijamiento del polvo transportado en suspensión por el viento, y así, la formación del manto de loess. A unos 300 km. más hacia el NE, a lo largo del río Salado de Santa Fe, el clima cambiaba a subhúmedo; la llanura estaba caracterizada por extensos pantanos en los que se depositó el polvo eólico (Iriondo, 1987). La provincia climática Patagónica avanzó hacia el noreste unos 750 kilómetros, alcanzando el centro de Santa Fe y el sur de Entre Ríos (Iriondo y García, 1993).

En este caso, el límite externo de la sedimentación loésica se considera como indicador del límite del clima patagónico. Esa línea cruza el centro de Santa Fe y el suroeste de Entre Ríos, mostrando una deriva de cerca de 750 km en comparación con la situación actual. Coherentemente, en el extremo noreste de Argentina, en la provincia de Misiones, el límite climático muestra una deriva similar, demostrada en este caso por vegetación de sabana en la región actualmente cubierta por selva tropical (Rizzo, 1980).

En el oeste del Chaco también existió un clima seco durante este período, con movilización y sedimentación de arena eólica y loess (Iriondo, 1988). A lo largo del flanco oriental de las Sierras Subandinas y en la Llanura Chaqueña hasta la longitud de 60° 40' O, se depositó la Fm. Urundel, una carpeta de loess de 12 a 18 metros de espesor transportado por vientos del norte (Iriondo, 1990c). La formación incluye paleocanales de los ríos Bermejo, Pilcomayo y Salado. Una estimación de los paleocaudales usando un método hidrológico ajustado a la región (Iriondo, 1990e) indica descargas considerablemente reducidas durante aquél tiempo, en el orden del 20 % respecto de los caudales actuales. Una datación efectuada sobre madera resultó en una edad de 16.900 ± 270 años A.P. para la sección media de la sedimentación loésica. La provincia climática del Oeste avanzó hacia el este en forma considerable, aunque desconocemos hasta el momento en que extensión.

El fin de esta fase climática ocurrió en el Holoceno inferior. De acuerdo con evidencias faunísticas de la provincia de Buenos Aires (Tonni, 1991), y en concordancia con estudios sedimentológicos realizados en Córdoba (Cantú y Becker, 1988) y datos arqueológicos de San Luis (González, 1960), la edad más probable del cambio climático es la de 8.500 años A.P. Aquél momento estuvo caracterizado por la extinción masiva de la megafauna pleistocénica, la interrupción de la sedimentación loésica y la ocupación humana de áreas previamente deshabitadas.

En síntesis, el clima seco provocado por el Último Máximo Glacial se extendió entre los años 36.000 y 8.500 antes del presente, con avance de las provincias Patagónicas y del Oeste. Puede haber existido un corto intervalo húmedo alrededor del 15.000 AP, pues se ha detectado precipitación de carbonato de calcio pedogenético, en esa época en el centro de Santa Fe y en el oeste de Entre Ríos.

## EL HOLOCENO MEDIO

Este periodo, de 5.000 años de duración, estuvo caracterizado por un clima húmedo, subtropical y tropical. El calentamiento global del Holoceno medio fue reconocido hace mucho tiempo por los investigadores argentinos, quienes lo denominaron "Edad Platense". Varios rasgos muy difundidos en la llanura Chaco-Pampeana indican el desarrollo de fajas fluviales y una pedogénesis generalizada.

Los procesos pedogenéticos produjeron suelos con horizontes Bt bien desarrollados, que han sido identificados en varias provincias: el Suelo Puesto Callejón Viejo en Buenos Aires (Fidalgo et al., 1973); el Suelo Las Tapias en Córdoba (Cantú y Degiovanni, 1984); y el Suelo Holoceno del Norte de la Pampa (Iriondo, 1990). Más importante aún, se reconocieron grados similares de pedogénesis en áreas de las provincias climáticas Central y del Oeste, donde los regímenes áridos y ústicos vigentes en la actualidad imposibilitan la pedogénesis. En San Luis (33° 20' S y 66° O), Ramonell y Latrubesse (1991) describieron el Suelo Los Toldos, enterrado por un sedimento eólico del Holoceno superior. Polanski (1963) identificó un suelo gris en la sección media de la Fm. El Zampal, una unidad limosa desarrollada en el piedemonte de la Cordillera de Los Andes en Mendoza (69° O y 34° S). La Fm. El Zampal, con una edad radiocarbono de 9.925 ± 200 años A.P. en la base, abarca la mayor parte del Holoceno. En la provincia de Santa Fe se ha podido determinar recientemente que se trata de un complejo pedológico,



integrado por dos a cuatro fases de edafogénesis sucesivas separadas por intervalos secos, lo que sugiere pulsos secos y húmedos durante ese intervalo de cinco mil años de duración.

En la provincia de La Pampa, un suelo del Holoceno fue descrito por Guñazú ya en 1940 como "tierra fósil negra" (es, esencialmente, un horizonte B), enterrada por arena eólica en el este de la provincia y existiendo en superficie como suelo relicto en la región central, tan lejos como a los 37° S y 65° O (ver también INTA-UNLP, 1980).

Esta evidencia pedogenética fue usada para inferir las condiciones climáticas mostradas en la Figura 10. Datos de apoyo provienen de Lena (1975), quien describió un horizonte B laterítico enterrado en varias localidades de la provincia de Corrientes, en el noroeste del país (29° S y 58° 30' O), ocupando la misma posición estratigráfica; esto indica una deriva de las condiciones tropicales hacia el suroeste durante el Holoceno medio.

La evidencia biogeográfica es esclarecedora también. Fernández y Romero (1984), en un estudio palinológico de la Laguna de Chascomús en la provincia de Buenos Aires (35° S y 58° O), dedujeron la existencia de una estepa muy húmeda, con elementos de selva pluvial, durante el mismo intervalo. En Buenos Aires, Tonni (1991) encontró una fauna de mamíferos Brasileños a una latitud de 38° S "y probablemente más (al sur)", que habitó la región entre los 8.500 y los 4.000 años A.P.

A lo largo de la costa, la cálida Corriente de Brasil produjo barras de arena de orientación N-S en la Laguna Mar Chiquita durante el Holoceno medio (Fasano et al., 1983). Esta laguna se ubica a unos 400 km al sur de Punta del Este (Uruguay), latitud en la que actualmente la Corriente de Brasil dobla hacia el este. También las aguas de Bahía Blanca (39° S y 62° O) experimentaron un calentamiento alrededor de los 6.000 años A.P. (González et al., 1983). Moluscos que en la actualidad viven en el litoral del sur de Brasil (Matra, Tagelus, Pitar), existieron simultáneamente en las lagunas litorales de Samborombón (36° S) (Aguirre y Codignoto, 1990).

Estas condiciones se explican por una deriva hacia el sur en la circulación zonal de los vientos del oeste, y una intensificación de la circulación anticiclónica alrededor del Centro Anticiclónico del Atlántico Sur; ésta permitió la advección de masas de aire húmedas y cálidas sobre la parte suroeste de la llanura. La temperatura media fue probablemente 1,8° C más cálida en Cipolletti (39° S y 66° O),



con las diferencias de temperatura más grandes ocurriendo en invierno, y las más pequeñas en primavera (Figura 11). Sin embargo, la mayor disparidad fue en la precipitación: se estima que el total anual de lluvias fue cinco veces más alto que los valores actuales en esa latitud, y que la estación húmeda se extendió entre setiembre y abril. En el noroeste, el incremento en la precipitación fue probablemente del orden del 100 %. La provincia climática del Noroeste se expandió considerablemente hacia el sur y el oeste.

No existe un acuerdo general respecto del momento en que finalizó este período. D'Antoni (1983), en base a estudios polínicos, sugirió una edad entre los 3.800 y 2.300 años A.P. Markgarf (1986) estimó la terminación del clima relativamente húmedo en Mendoza alrededor de los 3.000 años A.P. Iriondo (1991) considera que una edad de 3.500 años A.P. es la indicada para las llanuras del este. Por otro lado, González y Weiler (1982), basándose en datos arqueológicos de San Luis, estimaron un final más temprano para el Holoceno medio o Hypsitermal, en unos 5.000 años A.P. Flegenheimer y Zárate, citando una datación por TL, sugirieron que las condiciones húmedas tuvieron que finalizar en Buenos Aires desde cerca de los  $4.540 \pm 550$  años A.P. De esta manera, existe un rango de cerca 2.000 años en la terminación inferida de este intervalo, con evidencia que favorece a las dataciones más nuevas. Una buena edad de referencia para la terminación de este período parece ser alrededor de 3.500 años A.P. La disparidades entre las conclusiones de los diferentes investigadores probablemente tienen su origen en una larga e irregular transición climática, más que en errores de interpretación.

## EL HOLOCENO TARDIO

Un clima seco, básicamente semiárido, existió en las llanuras argentinas del Chaco y La Pampa y regiones adyacentes durante el Holoceno tardío. Las dataciones por C-14 y Termoluminiscencia disponibles indican que en este clima seco se extendió entre los años 3.500 y 1.400 antes del presente. La acción del viento produjo la deflación del sedimento superficial y su depositación formando un extenso manto de limo y arena, y campos de dunas locales. Las mediciones de indicadores de paleovientos y la información asociada determinan la ocurrencia de un sistema anticiclónico estacional centrado sobre el noroeste de la provincia de Córdoba.

Tales campos de dunas se correlacionan con los limos eólicos antes mencionados. Los dos tipos de depósito ocupan la misma posición estratigráfica y, si se consideran sus relaciones laterales y características de campo, resulta evidente que ambos fueron originados por el mismo sistema de vientos (Iriando, 1988).

#### El manto de arena.

En una gran región abarca el NO de Buenos Aires, S de Córdoba y Santa Fe, y la mitad de San Luis, el viento removilizó la arena superficial truncando un suelo bien desarrollado, y la depositó como un manto de arena que cubrió el paisaje en forma más o menos homogénea. El manto está compuesto por arena proveniente de sedimentos de esa zona.

#### Campos de dunas.

Grandes áreas de los valles y llanuras de Argentina están cubiertas por arenas relativamente sueltas del Pleistoceno tardío, depositadas a partir de procesos fluviales y eólicos. Durante el período seco del Holoceno Tardío, el viento produjo una removilización de las arenas en tales áreas. En Buenos Aires, Corrientes, San Luis, Mendoza, San Juan y Córdoba, se formaron campos de dunas, de algunos cientos a miles de Km<sup>2</sup> de superficie individual. Estos campos están compuestos por dunas parabólicas irregulares, de varios kilómetros de longitud y 10 a 15 metros de altura. En ellas son frecuentes las depresiones internas de poca profundidad, que en la actualidad se han transformado en charcas y lagunas. En todos los casos las dunas están muy bien preservadas, y estabilizadas por una densa cobertura vegetal, aún en el árido oeste del país.

Varias dataciones por Carbono 14 de los materiales ubicados debajo del manto de arena indican una edad general del Holoceno medio, lo que sugiere, entonces, que las arenas fueron depositadas en el Holoceno Tardío. Coincidiendo con tal interpretación, la evidencia de campo también muestra una relación lateral entre el manto de arena, los campos de duna y los limos eólicos. En el S de Córdoba y Santa Fe, por ejemplo, existe una amplia faja de transición entre el manto de arena y los limos, de unos 5 Km. de ancho.



Las investigaciones en la biogeografía de mamíferos muestran una conformidad básica con el resto de la evidencia acerca de la naturaleza del clima seco del Holoceno tardío. Tonni (1985), al estudiar la fauna de mamíferos del Cuaternario de Buenos Aires, concluyó en que, durante el Holoceno tardío, existieron condiciones áridas y semiáridas, con temperaturas medias anuales similares a las actuales. Politis et al. (1983), sugirieron además que los períodos áridos y semiáridos coincidieron con un incremento en la temperatura media anual. Los cambios faunísticos indican que las condiciones climáticas secas finalizaron alrededor de los 1.400 años A.P.

Salemme (1983) y Salemme y Miotti (1987), estudiando la zooarqueología de dos sitios en Buenos Aires, uno de los cuales fue datado en  $995 \pm 65$  A.P., encontraron un registro faunístico típico de los Dominios Patagónico y Central (Dolichotis patagonum, Lama guanicoe, Tolypeutes matacus, Canis (Pseudalopex) griseus, Felis concolor, entre otros taxones) junto con unos pocos restos de dos especies subtropicales: Dasyus hybridus y Cavia aparea. Estas autoras concluyeron en que las condiciones ambientales áridas fueron cambiando a un ciclo más húmedo, desde cerca de los 1.000 años A.P.

#### EL CALENTAMIENTO DE LA EDAD MEDIA

En la cuenca del Río Uruguay, ubicada en el extremo noreste de la región, se registraron indicadores de un pulso climático tropical entre los siglos VI y XIII DC. Durante este tiempo, y hasta algo antes de la llegada de los españoles en el 1.500 DC, la llanura de inundación del río y una terraza baja fueron ocupadas por una cultura alfarera (Pellerin, 1987). Debe destacarse que el régimen hidrológico actual del Río Uruguay, caracterizado por inundaciones repentinas y niveles de aguas bajas irregulares, impide la ocupación humana del valle en el presente.

En excavaciones arqueológicas realizadas en Salto Grande ( $31^{\circ} 30' S$  y  $58^{\circ} 0'$ ), se encontraron considerables cantidades de valvas de Filipponea iheringi. E. iheringi es un caracol que vive en la selva de Misiones actualmente, a 400 Km. al norte de Salto Grande. En aquél tiempo, este gasterópodo fue un importante recurso alimenticio para los indios de la Cultura Cerro Chico, quienes acumularon grandes



montículos de conchas en el valle del Río Uruguay (Rodríguez y Rodríguez, 1985). Las edades radiocarbono extremas para esta fase son 1.370 más o menos 70 años A.P. y 800 más o menos 70 años A.P.

Desde un punto de vista climatológico, debe postularse una intensificación de la influencia del Anticiclón del Atlántico Sur, con advección de aire húmedo y cálido, principalmente durante la primavera. El incremento en la temperatura parece que fue significativo: aproximadamente 2,5° C. sobre las bases ya planteadas, se propone una deriva hacia el sur de las fajas de clima tropical en aquella área (Figura 12).

En edición, las grandes depresiones de deflación ubicadas en el centro y sur de San Luis fueron transformadas en lagunas permanentes (debido al ascenso de los niveles freáticos), y colonizadas por indios cazadores-recolectores.

#### LA PEQUEÑA EDAD DE HIELO

La existencia de la Pequeña Edad de Hielo es conocida en Patagonia desde las investigaciones de Heusser (1961). Posteriormente, el evento fue reconocido por otros investigadores (Rabassa et al., 1984; Latrubesse y Ramonell, 1990; etc.). La influencia de este fenómeno alcanzó la parte sur de la llanura, reproduciendo a menor escala los patrones del Último Máximo Glacial (Figura 13).

Las fuentes históricas (crónicas coloniales) indican una aridización notable en la provincia de Buenos Aires durante el Siglo XVIII y primeros años del Siglo XIX (Politis, 1984). Hurtado et al. (1985) describen una delgada capa de sedimentos eólicos superficiales, definida como Miembro Seré de la Fm. Las Lilas, que incluye restos humanos y faunísticos europeos. El mismo sedimento fue descrito como sección superior de la Fm. La Postrera (Fidalgo y Tonni, 1982). En la región central de la provincia de San Luis, Latrubesse y Ramonell (1990) definieron la Fm. Algarrobito, compuesta de varios decímetros de loess y una sección inferior torrencial, de cuya base se extrajeron huesos de caballos europeos.

Por otro lado, en las regiones central y norte de la llanura no se destacaron señales de la Pequeña Edad de Hielo. En consecuencia, puede postularse un avance de 300-400 Km. hacia el NE de la Provincia Patagónica, sin una alteración climática en el resto del sistema. El patrón climático se explica asumiendo un refuerzo de los anticiclones del Atlántico Sur y del Pacífico Sur, o una circulación más fuerte durante el invierno, que vinculará a ambos sobre las llanuras de Argentina. Como resultado de tal dinámica, la formación de nubes se neutraliza, y los máximos de precipitación de primavera y otoño actuales se debilitan gradualmente. Las precipitaciones probablemente fueron del orden de los 350mm/años en el límite externo de la región afectada. En esa zona limítrofe, las temperaturas debieron ser similares a las actuales, básicamente, excepto durante los inviernos, para los cuales se estimó un descenso de cerca de 1° C. como comparación, se usaron los climogramas de Pergamino (34° 15' S) (Figura 14).

## CONCLUSIONES

- Varios cambios climáticos significativos ocurrieron durante el Cuaternario en la Pampa Argentina.
- Las diferencias mayores los climas sucesivos estuvieron representadas por grandes cambios en la precipitación. Las modificaciones en la temperatura fueron verdaderamente modestas.
- En la región se detectaron eventos climáticos globales, tales como al Última Glaciación, la época Hypsitermal y la Pequeña Edad de Hielo.
- Otra fases climáticas mayores tuvieron solamente una naturaleza regional.
- Los cambios climáticos en las llanuras pueden explicarse asumiendo modificaciones relativamente menores en la dinámica atmosférica actual. En el presente, tales modificaciones ocurren más o menos frecuentemente.
- Los factores principales de cambio climático fueron las alteraciones en la influencia de los dos anticiclones oceánicos, y la ocurrencia de anticiclones de bloqueo de segundo orden sobre la llanura.



## REFERENCIAS

- Aguirre, M. y Codignotto, J., 1990. "Edades, malacofaunas y geoformas en el área próxima a General Lavalle, Buenos Aires".  
International Symposium on Quaternary Shorelines, IGCP 274 & CIC, Abstracts, La Plata (Argentina).
- Atlas Total de la República Argentina, 1982. Centro Editor de América Latina, Vol. 2, 511 pp., Buenos Aires.
- Cabrera, A., y Willink, A., 1973. "Biogeografía de América Latina". Organización de los Estados Americanos, Serie Biología, Monografía N° 13, 122 pp., Washington.
- Cantu, M., y Becker, A., 1988. "Holoceno del área del Arroyo Speranzoni, Dpto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba, Argentina".  
Intern. Symp. on the Holoceno in South America, Inqua, Abstracts: 24, Paraná (Argentina).
- Cantu, M., y Degiovanni, S., 1984. "Geomorfología de la región centro-sur de la provincia de Córdoba. IX Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 76-92, Bariloche.
- Clapperton, Ch., 1983. "The Glaciation of the Andes". Quaternary Sciences Review, 2: 83-155, Gambridge.
- Cordini, R., 1947. "Los ríos Pilcomayo en la región del Patiño".  
Dirección de Minas y Geología, Anales I: 83 pp., Buenos Aires.
- D'Antoni, H., 1983. "Pollen analysis of Gruta del Indio". Quat. og South America and Antarctic Penn., 1:83-104, Rotterdam.
- Fasano, J. Isla, F., y Schnack, E., 1983. "Un análisis comparativo sobre la evolución de ambientes litorales durante el Pleistoceno tardío-Holoceno: Laguna Mar Chiquita - Caleta Valdés". Oscilaciones del Nivel del Mar Durante el Último Hemiciclo Deglaciar en Argentina, IGCP-61, Actas: 27-47, Mar del Plata (Argentina).
- Fernandez, C., & Romero, E., 1984. "Palinology of Quaternary sediments of Lake Chascomús". Quat. of South Am. and Antarct. Penn, 2: 201-221, A.A. Balkema Publ., Rotterdam.
- Fidalgo, F. De Francesco, F., y Colado, U., 1973. "Geología superficial de las Hojas Castelli, Cobo y Monasterio (Prov. de Buenos Aires)". V Congreso Argentino de Geología, Actas, 4: 27-39, Carlos Paz.
- Fidalgo, F., & Tonni, E., 1982. "The Holocene in Argentina, South America". Striae, 16: 49-52, Moscow.
- Fiegenheimer, N., & Zarate, M., 1988. "Sitios arqueológicos y geocronología de los últimos 10.000 años en las Sierras de Tandil". Intern. on the Holocene en South America, INQUA, Expanded Abstracts: 171-174, Paraná (Argentina).
- García, N.O., 1991. "Síntesis climatográfica de la República Argentina". Fac. de Ing. y Cs. Hídricas, U.N.L., Públc. N° 36, 31 pp., Santa Fe (Argentina);
- Gonzalez, A.R., 1960. "La estratigrafía de la Gruta de Inti Huasi (Prov. de San Luis) y sus relaciones con otros sitios precerámicos de Sudamérica". Revista del Instituto de Antropología, I: 1-296, Córdoba (Argentina).



González M., Panarello, H., Marino, H., & Valencio, S., 1938. "Niveles marinos del Holoceno en el estuario de Bahía Blanca. Isótopos estables y microfósiles calcáreos como indicadores de paleoambientales". Oscilaciones del Nivel del Mar durante el Último Hemiciclo Deglacial en Argentina". II Reunión del Grupo Periglacial Argentino, IGCP 61, Actas: 48-68, Mar del Plata (Argentina).

González, M. y Weiler, N., 1982. "Cambios climáticos en el Holoceno medio de la República Argentina.", II Reunión del Grupo Periglacial Argentino, Actas: 87-105. Mendoza (Argentina).

Guiñazu, J., 1940. "La erosión del suelo por el viento en la región de Trenque Lauquen". Rev. Servir, 43/44: 24 pp., Buenos Aires.

Heusser, C., 1961. "Some comparisons between climatic changes in Northwestern North America and Patagonia". Annals New York Acad. Sci., 95: 642-757, New York.

Hurtado, C., Dillon, A., y Castillo, R., 1985. "Incidencia de factores pedogenéticos en suelos del partido de Carlos Tejedor". I Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas: 23-35, Tandil (Argentina).

INTA-UNL Pampa, 1980. "Inventario integrado de recursos naturales de la Provincia de La Pampa". 493 pp., Santa Rosa (Argentina).

Iriondo, M., 1988. "La Pampa argentina á L'Holocène". In: Deserts, Past and Future Evolution. IGCP 252 Scientific Reports: 49-51, Marseille (France).

Iriondo, M., 1990a. "Map of the South American plains -its present state". Quat. of South America and Antarct. Penn., 6: 297-308, AA Balkema Publ., Rotterdam.

Iriondo, M., 1990b. "A late Holocene dry period in the Argentine Plains". Quat. of South America and Antarct. Penn., 7: 197-218, A.A. Balkema Publ., Rotterdam.

Iriondo, M., 1990c. "La Formación Urindel - Un loess Chaqueño". Intern. Symp. on Loess, INQUA, Exp. Abstr.: 89-90, Mar del Plata (Argentina).

Iriondo, M., 1990d. "The Northern Pampa". In: Loess Stratigraphy and Geomorphology of the Pampas (Post-symposium field excursion). Intern. Symp. on Loess, INQUA, pp. 43-47, Mar del Plata (Argentina).

Iriondo, M., 1990e. "Relación longitud de onda/caudal en los ríos chaco-pampeanos". III Reunión Argentina de Sedimentología, Res. Exp.: 145-150, San Juan (Argentina).

Iriondo, M., 1993. "Cambios climáticos en el Noroeste durante los últimos 15.000 años" en El Holoceno en la Argentina (Iriondo, ed.), 35-44, Paraná.

Iriondo, M., 1991. "El Holoceno del Litoral". Com. Mus. Prov. Cs. Nat. "Florentino Ameghino" (Nueva Serie), V. 3, Nº 1: 40 pp. Santa Fe (Argentina).

Iriondo, M., Cerutti, C. y Tardivo R. 1985 "Geomorfología y Cuaternario del tramo inferior del arroyo Feliciano" Rev. Asoc. Cs. Naturales del Litoral, 16: 149-156.

Iriondo, M., y Garcia, N. 1993. "Climatic changes in the Argentine plains during the last 15,000 years" Palaeo3.....

Iriondo, M., & Scotta, E. 1978. "The evolution of the Paraná River delta". Intern. Symp. on Coastal Evolution in the Guatemary, Proc.: 405-418, Sao Paulo (Brasil).

Latrubesse, E., y Ramonell, C. 1990. "La Formación Algarrobito Registro de la Pequeña Edad de Hielo en la provincia de San Luis, Argentina". II Meeting IGCP 281 Quaternary Climates Of South America, Spec. Publ. 2: 7 pp., Medellín (Colombia).

Lena, R., 1975. "Geomorfología aplicada a levantamiento de suelos". Univ. Nac. del Nordeste, 60 pp., Corriente (Argentina).

Markgraf, V. 1986. "Paleoclimas del Ultimo Glacial y Postglacial en los Andes de Argentina". Acta Geocriológica, 4: 93-110, Mendoza (Argentina).

Necco, G., 1989. "Extratropical weather systems in South America". III<sup>o</sup> Meteorological and Oceanographic Conference on the South Hemisphere, Am. Meteor. Soc. & C.A.M., Annals: 149-155, Buenos Aires.

Pellerin, J., 1987. "Geomorfología. In: Salto Grande, Misión de Rescate Arqueológico, T. 1, Cap. 3, Comisión Técnica Mixta, Montevideo (Uruguay).

Polanski, J. 1963. "Estratigrafía, neotectónica y geomorfología del Pleistoceno pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza". Rev. Asoc. Geol. Argentina, 17: 129-349, Buenos Aires.

Politis, G. 1984. "Climatic variations during historical times in eastern Buenos Aires Pampas". Quat. Of South America and Antarctic Penn., 2: 133-161, A.A. Balkema Publ., Rotterdam.

Rabassa, J., Boninsegna, J., Brandani, A., y Cobos, D., 1984 "Cronología de la Pequeña Edad de Hielo en los glaciares Río Manso y Castaño Overo, Monte Tronador, Río Negro". IX congreso Geológico Argentino, Actas III: 624-639, Bariloche (Argentina).

Ramonell, C., y Latrubesse, E., 1991. "El loess de la Formación Barranquita: comportamiento del Sistema Eólico Pampeano en la provincia de San Luis, Argentina". III Meeting IGCP 281 Quaternary Climates of South America, Spec. Publ. 3: 69-81, Lima (Perú).

Rizzo, A., 1980. "Prehistoria de Misiones". Sapiens, 4: 57-63, Chivilcoy (Argentina).

Rodríguez, J., y Rodríguez, A., 1985. "Proyecto Antropológico Salto Grande - 1er. Informe". Univ. Nac. Entre Ríos, Publicación, 69 pp., Concordia (Argentina).

Rubinstein, C. 1983 "Estudio sedimentológico y ambiental de la Formación Hemandarias" Tesis de grado, Fac. Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 45 pp.

Salemme, M., 1983. "Distribución de algunas especies de mamíferos en el noreste de la Provincia de Buenos Aires durante el Holoceno". Ameghiniana, 20: 81-94, Buenos Aires.

Salemme, M., & Miotti, L., 1987. "zooarcheology and paleoenvironment. Some examples from the Patagonian And Pampean regions". Quat. of South America and Antarctic Penn., 5: 33-57, A.A. Balkema, Rotterdam.

Tapiua, A., 1935. "Picomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas". Dirección de Minas y Geología, Boletín N° 40, Buenos Aires.

Tonni, E., 1985. "The Quaternary climates in the Buenos Aires province Through the mammals". Acta Geocriológica. I: 114-121, Mendoza (Argentina).

Tonni, E. 1991. "Mamíferos de la provincia de Buenos Aires". En: El Holoceno en la Argentina (M. Iriondo Ed.), Cadinqua, Vol. I.

Tricat, J., 1973. "Geomorfología de la Pampa Deprimida". INTA, Col. Cient., 12: 202 pp., Buenos Aires.



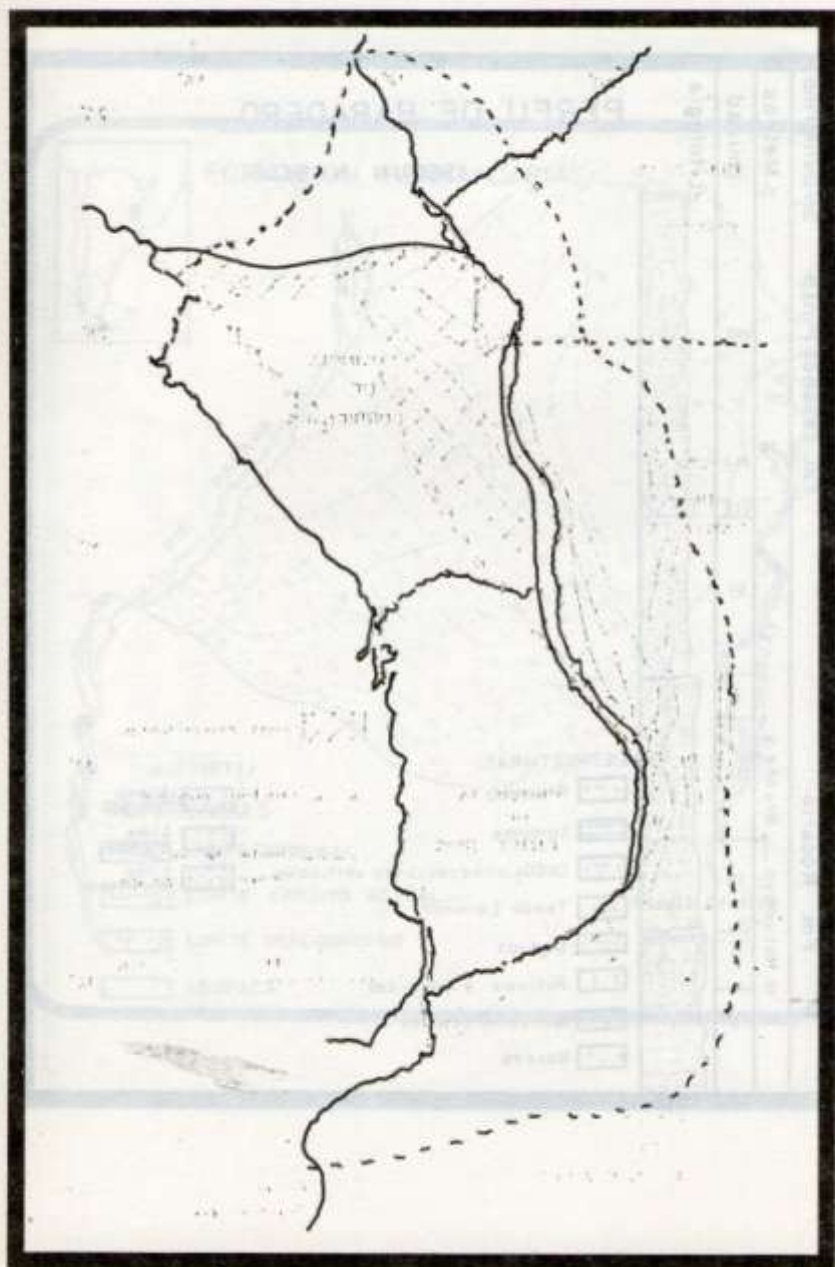
# Ubicación de la Pampa



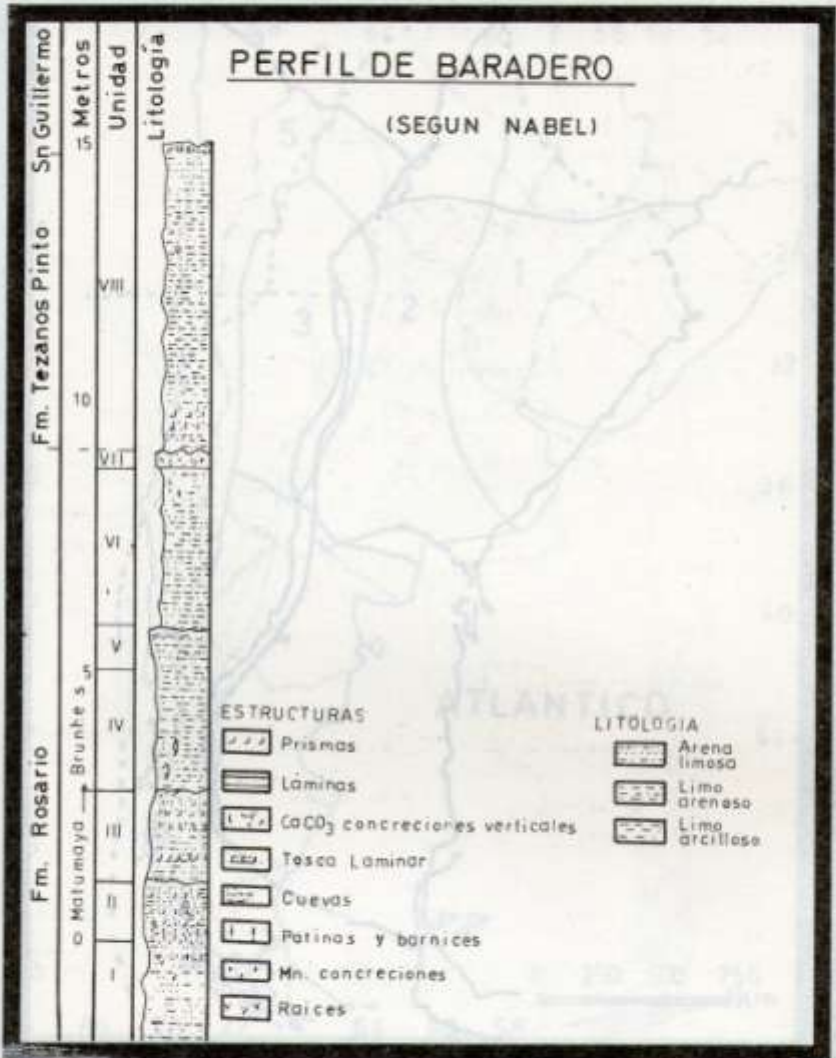
# Provincias Climáticas de la Argentina



# *La Formación Ituzaingo*













## FORMACION HERNANDARIAS

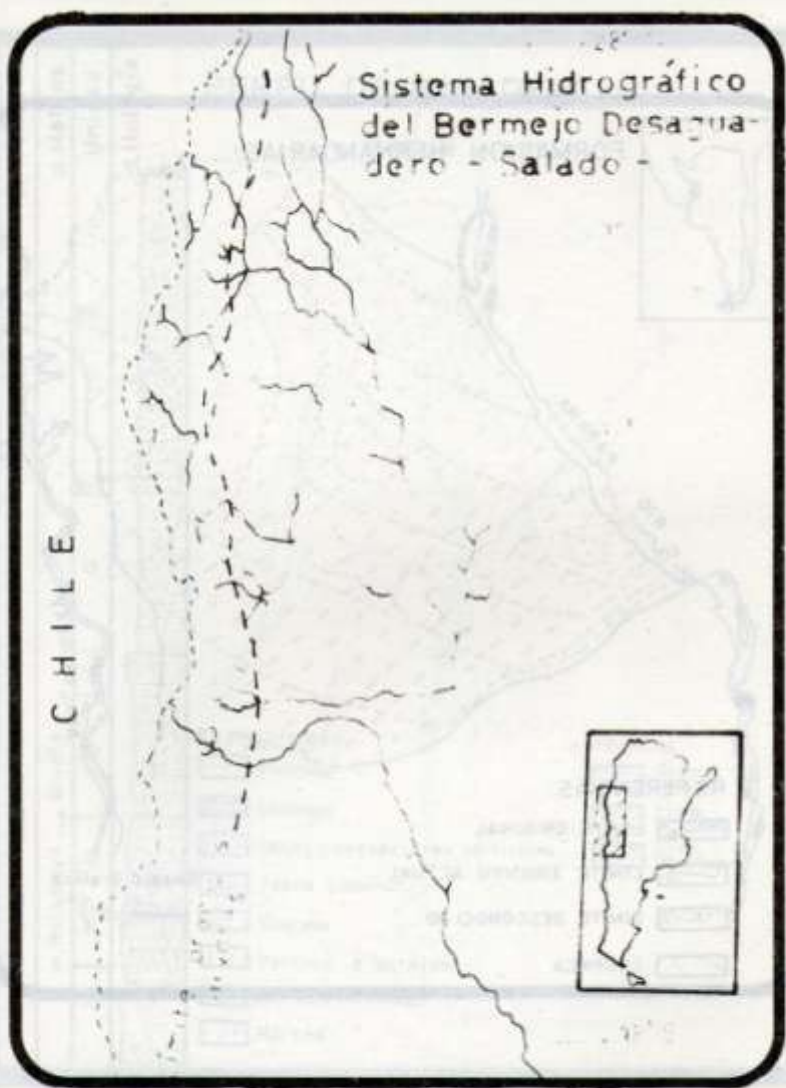


### REFERENCIAS:

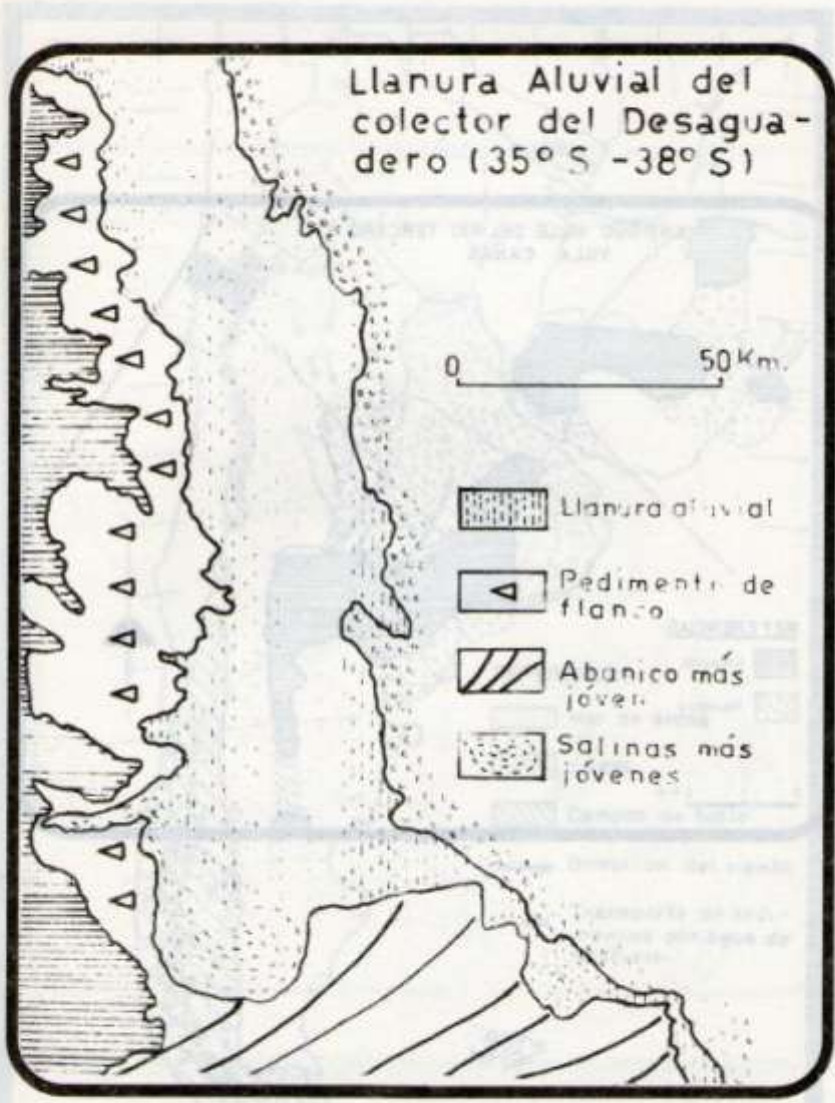
-  LIMITE ORIGINAL
-  LIMITE EROSIVO ACTUAL
-  LIMITE DESCONOCIDO
-  ISOPACA

Escala Grafica

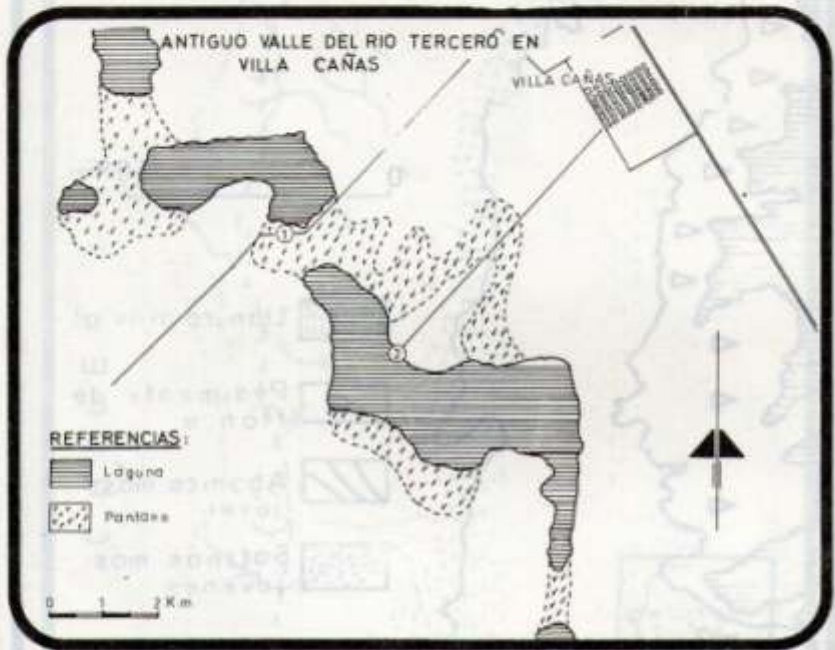








Informe de la  
Comisión de  
Investigación  
del Valle del  
Tercero



# Sistema Eólico Pampeano

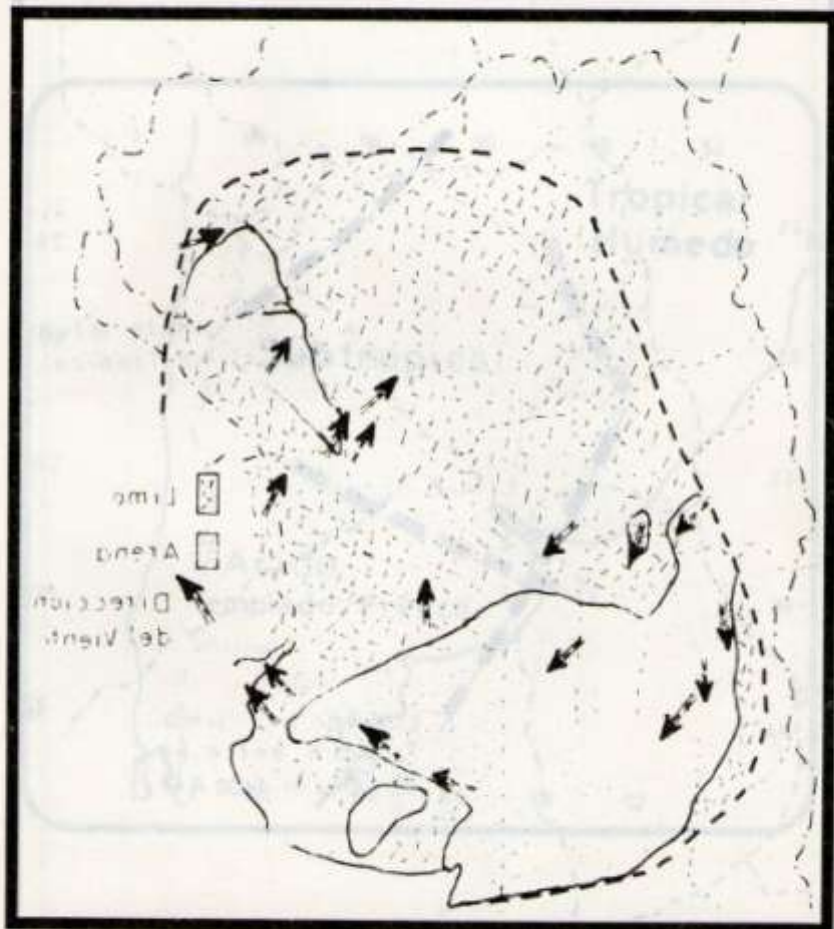


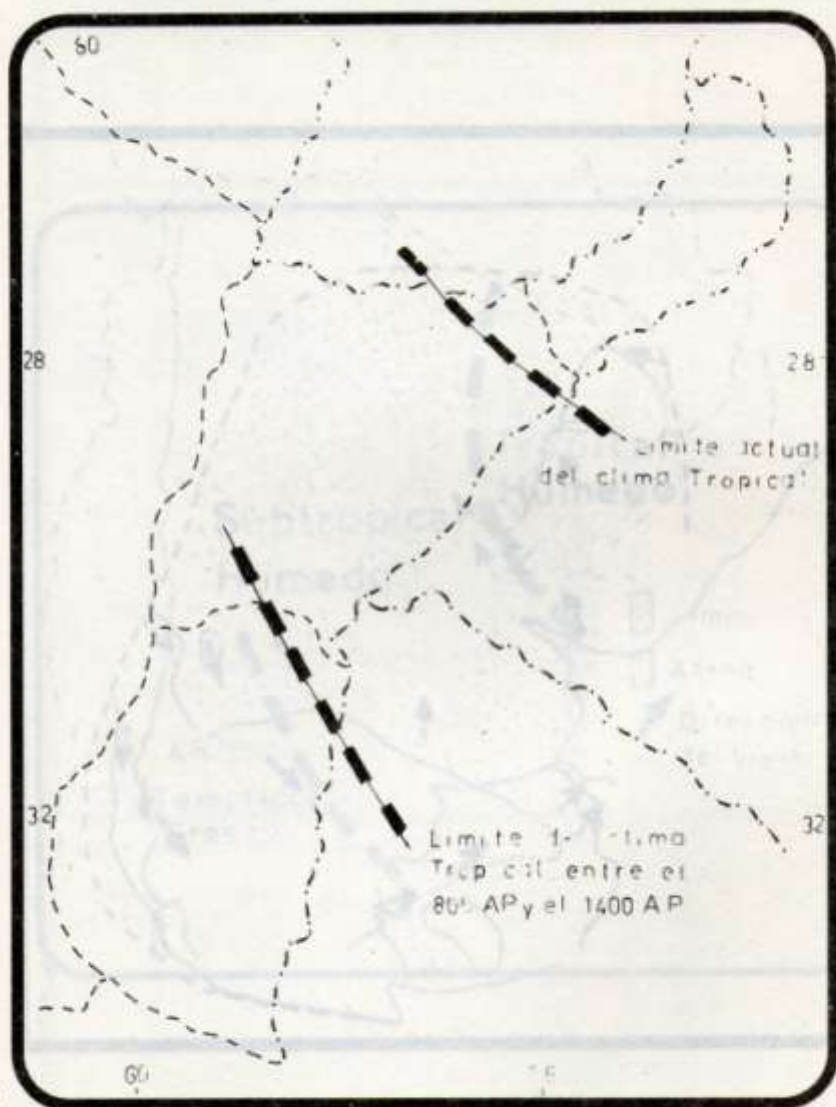


# *Clima durante el Holoceno Medio*



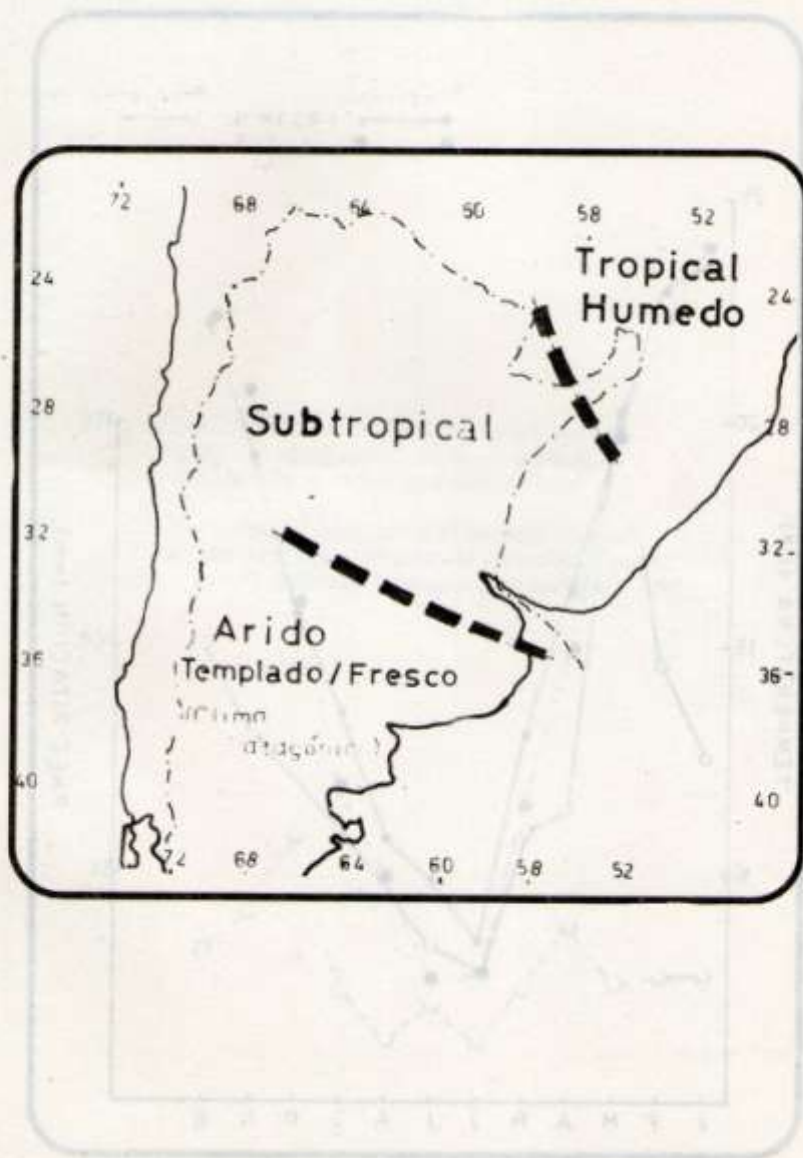
## *Vientos del Anticiclón del Holoceno Superior*



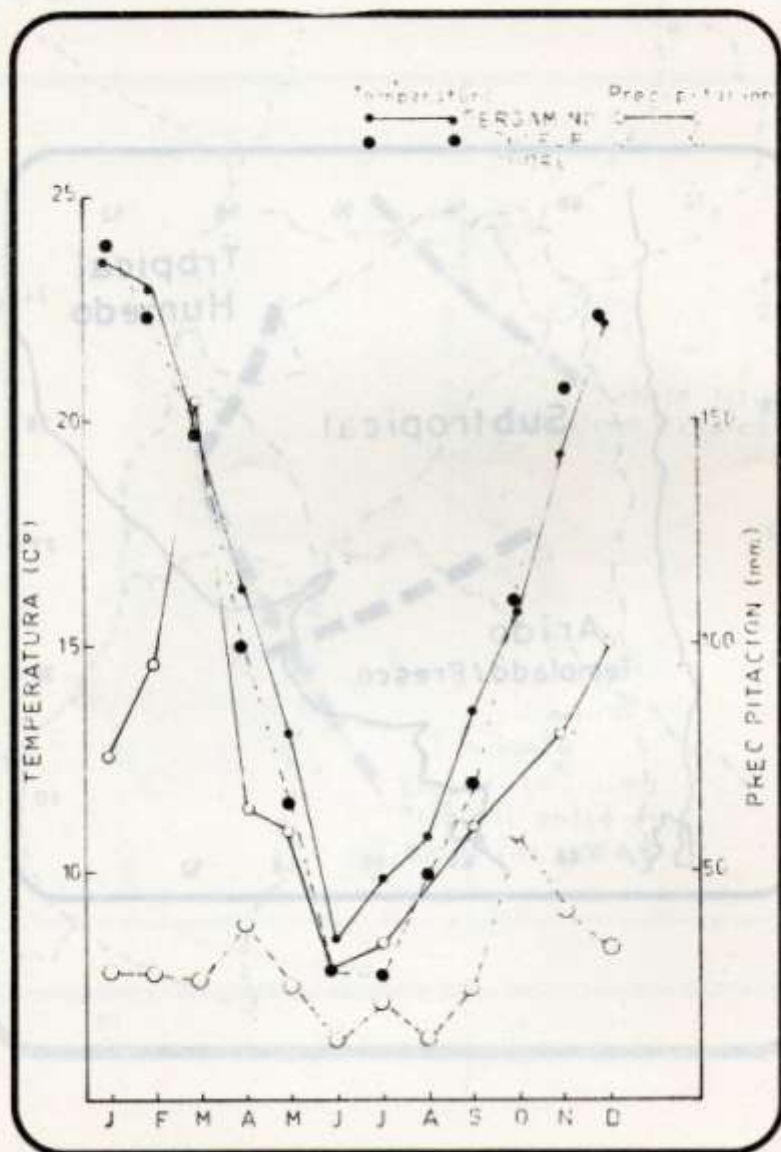




# Clima en la Pequeña Edad del Hielo



# Climogramas de Pergamino y Choele Choel



# Climogramas de Pergamino y Choele Choel

Se terminó de imprimir en la IMPRENTA OFICIAL  
Avda. Peñaloza 5500 - (3000) Santa Fe - Argentina.  
Tel./FAX: 80414 en el mes de Abril de 1995

Registro Nacional de la Propiedad Intelectual N° 09108  
Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"  
1994 - Impreso en la República Argentina - Printed in Argentina.





IMPRENTA OFICIAL  
SANTA FE